

Секция 5. ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

УДК 620.92

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ПРИХОДА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА НАКЛОННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ С ЭЛЕМЕНТАМИ АНИМАЦИИ

Шишпар С.Г.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ЛОСЮК Ю.А.

Солнечное излучение (радиацию), попадающее на поглощающую поверхность, можно разделить на три составляющих: прямую радиацию, рассеянную и отраженную.

Прямая солнечная радиация представляет собой поток излучения, поступающего от Солнца, не меняющего направления и измеряемого в плоскости, перпендикулярной солнечным лучам. Рассеянная радиация поступает на Землю от остальной части небесной полусферы, претерпевая рассеяние при прохождении через атмосферу. Отраженная радиация (альbedo) – излучение, отражающееся от земной поверхности, стен окружающих зданий.

Среднемесячные суммы суммарной, прямой и рассеянной радиации имеют годовой ход с максимумом в июне и минимумом в декабре. В марте прямая и суммарная радиация резко возрастают по сравнению с предыдущими месяцами, поскольку продолжительность дня и высота солнца растут, а облачность уменьшается. Соотношение прямой и рассеянной солнечной радиации в зависимости от ориентации поверхности различное. Когда поверхность расположена перпендикулярно солнечным лучам, доля прямой радиации значительно больше, чем рассеянной. При падении лучей на горизонтальную поверхность почти во все месяцы года прямая радиация меньше, чем рассеянная. Особенно велика эта разность в зимний период, так как доля рассеянной радиации возрастает с уменьшением высоты солнца над горизонтом и увеличением облачности. Только в мае и июне поступление прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность несколько больше, чем рассеянной.

Для расчета прихода солнечной радиации одним из факторов, определяющих особенности использования гелиосистем, является продолжительность солнечного сияния, которая зависит от длины дня и облачности.

Существенное влияние на потери тепла в солнечных электроустановках оказывают температура окружающего воздуха и скорость ветра.

Возможность использования солнечной энергии на Земле зависит от широты местности, времени года и солнечного сияния.

Благодаря движению Земли вокруг Солнца по эллиптической орбите солнечное излучение, воспринимаемое атмосферой, изменяется по временам года. В начале января, когда Солнце ближе всего находится к Земле, внеатмосферное излучение возрастает до $1,35 \text{ кВт/м}^2$, а в июле, когда Солнце дальше всего расположено от Земли, оно уменьшается до $1,33 \text{ кВт/м}^2$.

При прохождении солнечного излучения сквозь атмосферу его интенсивность снижается в результате поглощения и рассеяния пылью, водяным паром, оксидом углерода и углекислым газом.

Расчеты показывают, что для получения максимальной тепловой энергии поверхность должна быть установлена под оптимальным углом β к горизонту (рисунок 1).



Рис. 1. Углы, характеризующие положение точки на наклонной поверхности относительно солнечных лучей

Для расчета прихода солнечной радиации на наклонную лучепоглощающую поверхность, необходимо знать углы падения солнечных лучей на наклонную и горизонтальную поверхности в данном месте.

В справочниках по климату приводятся данные по прямой и рассеянной радиации на горизонтальную поверхность для различных географических пунктов. Однако теплоприемные системы гелиоустановок как правило размещают под некоторым углом к горизонту с целью увеличения поглощаемой энергии. Поэтому приходится вводить соответствующие коэффициенты пересчета.

Так, составляющая среднемесячного суточного прямого солнечного излучения для наклонной плоскости вычисляется по формуле

$$E_{\text{пн}} = E_{\text{пг}} \frac{\cos i}{\cos \theta_z} = R_{\text{п}} E_{\text{пг}},$$

где $E_{\text{пг}}$ – проекция текущей составляющей прямого солнечного излучения на горизонтальную поверхность, кДж/(м²·сут);

i – угол падения солнечных лучей, град. (рисунок 1);

θ_z – зенитный угол Солнца, град. (рисунок 2);

$R_{\text{п}}$ – коэффициент пересчета прямого излучения на горизонтальную поверхность для наклонной плоскости.

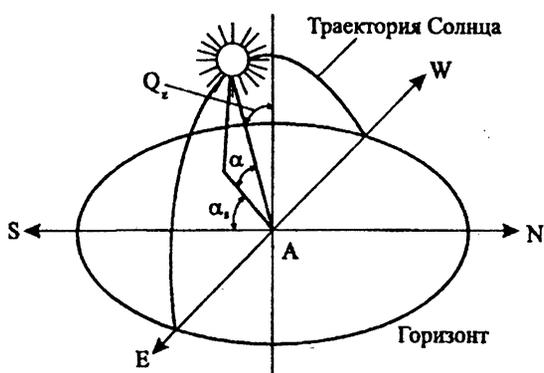


Рис. 2. Углы, определяющие положение точки на земной поверхности относительно солнечных лучей

Коэффициент пересчета прямого излучения на горизонтальную поверхность для наклонной плоскости

$$R_{\text{п}} = \frac{\cos i}{\cos \theta_z} = \frac{\sin \delta \sin(\varphi - \beta) + \cos \delta \cos(\varphi - \beta) \cos \omega}{\sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos \omega},$$

где δ – склонение Солнца, град. (рисунок 3);
 φ – географическая широта, град. (рисунок 3);
 β – угол наклона воспринимающей поверхности, град.;
 ω – угловое солнечное время, град. (рисунок 3).

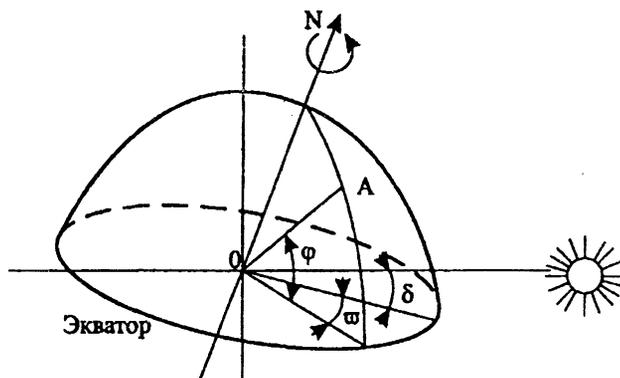


Рис. 3. Схема кажущегося движения Солнца по небосводу

Угол склонения Солнца в данный день определяется по формуле

$$\delta = 23,5 \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right),$$

где n – порядковый номер дня, отсчитанный от 1 января. В качестве n обычно берется номер среднего расчетного дня месяца для 1–12 месяцев года.

Геометрический параметр R_{Π} связывает прямое излучение на горизонтальную поверхность с прямым излучением на наклонную поверхность. Так как значение R_{Π} непрерывно изменяется, то для расчетов используют средние значения этого параметра для определенного интервала времени. Теоретически R_{Π} является функцией пропускательной способности атмосферы. Однако эту величину можно определить как отношение приходов внеатмосферной радиации на наклонную и горизонтальную поверхности.

Географическая широта φ – это угол между линией, соединяющей точку A с центром Земли O, и ее проекцией на плоскость экватора. Угловое солнечное время ω – это угол, измеренный в экваториальной плоскости между проекцией линии OA и проекцией линии, соединяющей центры Земли и Солнца. Если каждый час измерять смещение Солнца относительно положения в полдень, то получим ряд значений угла ω , характеризующих его угловые перемещения вокруг этой оси в зависимости от времени t после полудня, тогда $\omega = \frac{t}{24} 360 = \frac{t}{24} 2\pi = 0,262t$ рад 1 час соответствует углу $\omega = 15^\circ$. Склонение Солнца δ – это угол между линией, соединяющей центры Земли и Солнца, и ее проекцией на плоскость экватора.

Зенитный угол Солнца θ_z – угол между солнечным лучом и вертикалью к горизонтальной плоскости.

Высота Солнца α над горизонтом – угол в вертикальной плоскости между солнечным лучом и его проекцией на горизонтальную плоскость. Азимут α_s Солнца – это угол в горизонтальной плоскости между проекцией солнечного луча и линией, направленной на юг. Азимут поверхности α_{Π} измеряется как угол между нормалью к поверхности и направлением на юг.

Из выше написанного, можно сделать вывод о том, что для определения прихода солнечного излучения на наклонную поверхность необходимо проделать достаточно

сложные и громоздкие расчеты. Для упрощения расчетов составлена программа с элементами графики для нахождения солнечной энергии, которая падает на наклонную лучевоспринимающую поверхность. В основу программы положен язык программирования Turbo Pascal 7.0.

С помощью данной программы можно подобрать оптимальный угол наклона поверхности к горизонту, чтобы количество солнечной радиации было максимальным. Расчеты можно производить как для отдельно взятого месяца, так и для всего года, а также нескольких месяцев в промежутке апрель–сентябрь. После ввода запрашиваемых данных, мы получим интересующий нас результат, а именно количество солнечного излучения, которое приходится на наклонную поверхность (для заданного угла наклона). Поверхность при этом окрашивается в различные цвета от красного (приход максимума солнечного излучения) до бирюзового (приход минимума солнечного излучения), в зависимости от соотношения солнечной энергии, которая приходится на горизонтальную и наклонную поверхность для данного периода времени. Если же поверхность окрасилась в белый цвет, то приход солнечного излучения на горизонтальную поверхность больше, чем на поверхность, установленную при заданном угле.

Составленная программа позволяет сделать вывод о том, что количество солнечной радиации значительно увеличивается, если поверхность установить под нужным углом к горизонту.

Литература

1. Даффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1977. – 420 с.
2. Лосюк Ю.А., Кузьмич В.В. Нетрадиционные источники энергии: учебное пособие для энергетических специальностей вузов. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 233 с.
3. Справочник по климату СССР. Ч. 1. Вып. 7-1. – М.: Гидрометиздат, 1966. – 68 с.

УДК 620.9

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ БИОГАЗА

Плескач А.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ЛОСЮК Ю.А.

При подготовке технических объектов к эксплуатации важным фактором является технико-экономическое обоснование, в котором рассматриваются предполагаемые источники финансирования. В результате этого обоснования проводят выбор рациональных структур и оптимальных параметров теплотехнических систем. Решение этих задач проводится с применением математического моделирования. Реализация математической модели существующего объекта позволяет решать следующие задачи:

- исследовать характер взаимосвязи параметров системы и проанализировать их влияние на основные показатели как технические, так и экономические;
- исследовать влияние внешних условий сооружения и эксплуатации теплоэнергетической установки на соотношение ее параметров и технико-экономических показателей;
- численно оценить дополнительные материальные вложения, снижение КПД, изменение приведенных затрат и ряда других показателей системы в случае отказа оптимальных параметров и схем по техническим или экономическим причинам;
- оценить структурную и параметрическую оптимизацию системы.

Сотрудниками Научно-исследовательского и инновационного Центра автоматизированных систем управления в теплоэнергетике и промышленности БНТУ предло-